

На правах рукописи

П. Н. МАХАЛОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПОЛУЧЕНИЯ
ОКУСКОВАННОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО
И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ТОПЛИВА
ИЗ СЛАБОСПЕКАЮЩИХСЯ УГЛЕЙ
ПУТЕМ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ
СМОЛОСОДЕРЖАЩИМИ ГАЗАМИ

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель
кандидат технических наук Л. Л. ХОТУНЦЕВ

Москва — 1959

6
А 3

192375
Центральная научная
БИБЛИОТЕКА
Академии наук Киргизской ССР

Коренное изменение структуры топливного баланса страны в пользу увеличения использования для этих целей жидкого и газообразного топлива, намеченное XXI съездом КПСС, поставило в порядок дня задачу об изыскании более эффективных методов комплексного использования твердого топлива и в первую очередь некоксуемых каменных и бурых углей. Этот вопрос усугубляется еще и тем обстоятельством, что с ростом механизации подземных работ значительно увеличился выход угольной мелочи, квалифицированное использование которой в народном хозяйстве встречает известные трудности. В то же время потребности в высококачественном кусковом топливе непрерывно увеличиваются. В свете решений XXI съезда КПСС и постановления июньского Пленума ЦК, предусматривающих широкое применение в угольной промышленности эффективных методов обогащения и брикетирования углей, они должны удовлетворяться не только за счет увеличения общей добычи углей, но и в большей степени путем проведения жесткого режима экономии и более рационального использования уже добытого топлива.

Одним из наиболее распространенных методов переработки углей является термический метод (полукоксование, средне-температурное и высокотемпературное коксование). При этом в качестве товарных продуктов получается твердый остаток (полукокс или кокс) и ценные химические продукты в жидком и газообразном виде.

Однако метод коксования при современном уровне развития техники его осуществления позволяет получать кусковое топливо, и в первую очередь металлургический кокс, лишь из так называемых коксующихся углей, запасы которых ограничены. Организация же производства окускованного топлива из недефицитных марок углей в значительной мере расширила бы сырьевую базу коксохимической промышленности, обеспечила бы решение задачи развития черной и цветной металлургии в районах, не имеющих запасов коксующихся углей, а также обеспечила бы бездымным кусковым топливом целый ряд потребителей энергетического направления.

В поисках решения этой задачи нами предложен новый ме-

тод термобрикетирования, сущность которого сводится к пластификации измельченного угля горячими смолосодержащими газами, изготовлению брикетов и их термической обработке.

Работа состоит из пяти глав.

В первой главе рассмотрены некоторые вопросы теории образования кокса и основные направления в технологии получения кускового топлива из слабоспекающихся и неспекающихся углей.

Во второй главе изложены теоретические представления о процессах образования брикета из угольной мелочи с применением связующих материалов.

В третьей главе излагается сущность предложенного нами метода термобрикетирования; наши теоретические представления о процессах пластификации, происходящие при обработке угольной массы смолосодержащими газами; приводятся результаты экспериментальных исследований микроструктуры брикетов, подтверждающие наши теоретические представления о механизме образования из пластифицированной угольной массы брикета.

В четвертой главе изложены результаты экспериментальных исследований о влиянии на процесс пластификации и качество брикетов некоторых технологических параметров: концентрации тяжелых фракций смолконденсата в паро-газовой фазе, температуры пластификации, температуры и давления прессования и др.

В пятой главе приведены материалы, относящиеся к разработке принципиальной технологической схемы производства термобрикетов, а также результаты экспериментальных исследований свойств термобрикетов, полученных из слабоспекающихся углей и шихт. Здесь же приведен ориентировочный технико-экономический расчет, подтверждающий перспективность и экономическую целесообразность применения метода термобрикетирования для переработки недефицитных энергетических углей в термобрикеты.

* *

*

Современные теоретические представления о механизме образования кускового кокса базируются на химических и физико-химических процессах, протекающих на границах и по поверхностям контактов угольных зерен, обеспечивающих их спекание в процессе термического разложения пластической угольной массы. Глубина и интенсивность этих процессов в значительной мере обуславливаются природными свойствами исход-

ного материала и полнотой контакта частиц угля до или во время коксования. В соответствии с этим определились и основные направления в изыскании способов получения крупнокускового кокса из слабоспекающихся углей.

Исследователи первого направления сосредоточили свои основные усилия на отыскании путей повышения спекаемости углей. Наиболее просто это может быть осуществлено путем добавок к слабоспекающимся углям различных битуминозных материалов (пеков, битумов, асфальтов и др.), повышающих пластичность и спекаемость коксуемой шихты.

Второе направление в той или иной мере связано с изменением отдельных технологических операций или всего технологического процесса производства. Большинство исследователей этого направления пытаются повысить спекаемость угля за счет повышения степени полноты контакта угольных частиц. Эта идея прослеживается и в исследованиях, посвященных разработке способов повышения насыпного веса коксовых шихт, и в исследованиях, связанных с применением способов механического уплотнения (трамбования) и в еще большей степени в работах с использованием метода предварительного брикетирования с последующей термообработкой полученных брикетов. При этом все авторы, по нашему мнению, исходят из правильной предпосылки, что с повышением плотности упаковки угольных зерен увеличивается общая поверхность соприкосновения и уменьшается количество жидкой фазы, необходимое для обеспечения спекания частиц угля.

При брикетировании угольной мелочи с применением связующих материалов полагают, что процесс образования брикета протекает в три стадии.

На первой стадии жидкое связующее сорбируется твердыми частицами угля, образуя на их поверхности пленку, которая придает угольной массе пластичность и связующие свойства.

На второй стадии под воздействием внешнего давления угольные частицы приводятся в тесное соприкосновение друг с другом. При этом происходит слияние отдельных пленок связующего, в результате чего образуется каркас, в ячейках которого запакованы отдельные угольные зерна или же комплексы частиц угля.

На третьей стадии происходит твердение связующей пленки. Наиболее просто это осуществляется в случае перехода связующего материала из жидкого состояния в твердое при простом охлаждении.

По-видимому, прочность брикета обуславливается проч-

ностью самого каркаса, прочностью угольных зерен и прочностью их сцепления со связующим материалом.

Что же касается природы и характера сил сцепления, действующих между отдельными угольными частицами и связующим материалом в процессе образования брикета, то здесь еще не сложилось достаточно четкого и ясного представления. Предполагается, что в местах контактов угольных зерен возможно действие одновременно трех, различных по своей природе, групп сил: 1) чисто физических сил молекулярного сцепления или иначе сил Ван-дер-Ваальса; 2) адсорбционно-пленочных сил и 3) сил химического сродства.

Однако каких-либо экспериментальных данных о доле участия каждой из этих групп сил в процессе образования брикета не имеется.

Одним из условий, способствующих наиболее прочному сцеплению угольных частиц в брикете, а также уменьшению расхода связующего материала, является равномерное распределение его в брикетируемом материале. Применяемые в брикетной промышленности способы введения связующего в брикетируемый материал в твердом и жидком состояниях не обеспечивают его равномерного распределения, следствием чего является относительно высокий расход связующего, значительно удорожающий себестоимость производства брикетов.

Для придания угольной массе связующих свойств нами предложен метод обработки измельченного до заданной крупности угля или шихты углей горячими газами, содержащими в паровом виде смолистые вещества. При соприкосновении с холодной угольной массой горячие газы охлаждаются, отдавая часть своего тепла углю. При этом происходит сорбция паров смолы с образованием на поверхности угольных зерен жидкой пленки смолконденсата, который, взаимодействуя с органической частью угля, и придает угольной массе пластичность и связующие свойства.

Из работ Л. М. Сапожникова, В. И. Забавина, Б. А. Онусайтиса, С. Б. Филиппова и др. известно, что при обработке каменных углей органическими растворителями, и в частности высококипящими фракциями каменноугольной смолы, при температуре порядка 300 градусов между жидкой фазой и органическими составляющими угля имеет место физико-химическое взаимодействие, следствием которого является растворение наиболее плавких частей угля, набухание труднорастворимых частиц и диспергирование части вещества набухшей поверхности в образовавшемся сложном растворе.

Аналогичные процессы растворения, набухания и диспергирования происходят и при взаимодействии смолконденсата с углем в процессе обработки его горячими смолосодержащими газами, в результате чего образуется пластическая масса, обладающая связующими свойствами.

При пластификации угля смолосодержащими газами большую роль играют сорбционные процессы. При наличии в угольной массе достаточного количества смолконденсата его сорбция будет происходить до тех пор, пока достигнет стадии полного насыщения. Если пластифицируемый материал обладает высокой сорбционной способностью, а количество смолконденсата недостаточно для ее насыщения, то пластификация внешней поверхности угольных частиц будет затруднена.

Если же сорбционная способность пластифицируемого угля мала и насыщение наступает довольно быстро при значительном избытке смолконденсата, то может оказаться, что пластическая масса получится излишне жирной.

Естественно, что между этими крайними случаями имеет место целый ряд промежуточных состояний, характеризующихся образованием на внешней поверхности угольных зерен пленки смолконденсата различной толщины, а следовательно и различной степенью пластичности угольной массы.

На интенсивность процесса пластификации и на связующие свойства пластифицированной угольной массы оказывают влияние и технологические параметры.

С повышением концентрации тяжелых фракций смолы в парогазовой фазе увеличивается скорость сорбции паров смолы угольной массой и более интенсивно протекает процесс накопления в ней смолконденсата. Угольная масса становится более пластичной и легче формуется в брикеты.

Существенное влияние на связующие свойства пластифицированной угольной массы оказывает температура пластификации, под которой понимается температура нагрева пластической массы. Вначале, когда угольная масса еще холодная, в ней сорбируется смолконденсат с относительно низкой температурой кипения. В этих условиях пластифицированная угольная масса обладает еще слабыми связующими свойствами. По мере повышения температуры пластификации, наряду с процессом сорбции жидких продуктов, все более интенсивно протекает процесс десорбции низкокипящих фракций смолконденсата, благодаря чему в угольной массе накапливаются тяжелые фракции смолы, оказывающие на уголь более активное воздействие.

Если угольную массу, пластифицированную при оптимальных условиях, подвергнуть прессованию, то в результате образуется весьма прочный брикет.

Теоретические представления о процессе образования брикета с применением связующих веществ базируются, как известно, на явлениях адгезии и когезии клеящих пленок. Поэтому к веществам, применяемым обычно в качестве связки при брикетировании угольной мелочи, предъявляются высокие требования в отношении их связующей способности еще до введения их в брикетируемый материал.

Если с этой точки зрения рассматривать смолоконденсат, сорбируемый угольной массой в процессе ее обработки горячими смолосодержащими газами, то его нельзя отнести к высококачественным связующим материалам, поскольку он обладает слабой клеящей способностью. В этой связи трудно объяснить прочную связь угольных зерен в брикете одними лишь силами адгезии пленок смолоконденсата. Нам представляется, что механизм сцепления угольных частиц в брикете в этом случае протекает одновременно в двух направлениях.

При относительно кратковременном воздействии смолоконденсата на крупные угольные частицы они подвергаются пластификации, видимо, не во всем своем объеме, а лишь с поверхности. При прессовании, в результате тесного контакта, происходит смыкание (самослипание) пластифицированных слоев крупных частиц угля с образованием в местах контакта монолитного слоя, который после затвердевания прочно связывает отдельные угольные зерна в брикет.

В результате взаимодействия смолоконденсата с мельчайшими частицами во всем объеме пластифицируемой угольной массы образуется пластическая масса, обладающая связующими свойствами. Заполняя промежутки между крупными зернами угля, она увеличивает общую поверхность контакта, благодаря чему повышается прочность сцепления угольных частиц в брикете.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

а) Исследование микроструктуры углесмоляной массы и брикетов

Для проверки изложенных выше теоретических представлений о процессе пластификации и механизме образования брикета были проведены экспериментальные исследования микроструктуры углесмоляной массы, полученной при температуре

300 градусов в результате взаимодействия каменноугольной смолы с тощим углем ш. Ново-Моспино и слабоспекающимися углями Иркутского бассейна, а также микроструктуры брикетов. На микрофотографиях довольно четко заметны явления набухания и диспергирования отдельных угольных частиц. Особенно интенсивно процесс образования пластической массы протекает при взаимодействии смолы с более плавкими углями Иркутского бассейна. Здесь на микрофотографиях почти невозможно обнаружить первоначальную конфигурацию исходных угольных зерен, так как в результате активно протекающих процессов растворения, набухания и диспергирования образовалась довольно однородная пластическая угольная масса. Просматривая в микроскоп структуру брикетов нам удалось зафиксировать в местах контакта нескольких крупных угольных зерен слияние пластифицированных поверхностных слоев, что является подтверждением гипотезы автогезии (самослипания), предложенной нами для объяснения механизма образования брикета из пластифицированной смолосодержащими газами угольной массы.

б) Влияние некоторых технологических параметров на процесс пластификации и качество брикетов

Пластификация угля проводилась на установке, основной рабочей узел которой состоит из металлической реторты, металлического патрона с сетчатым дном и электрической печи. Навеска подготовленного для пластификации угля помещается на сетчатое дно патрона. Такая же навеска угля помещается на дно реторты, помещенной в электропечь. Образующиеся в реторте продукты термического разложения загрузки через сетчатое дно поступают в патрон для пластификации угля. После окончания процесса пластификации пластифицированная угольная масса из патрона выгружалась в прессформу диаметром 50 мм и подвергалась прессованию на гидравлическом прессе. Полученные брикеты испытывались на механическую прочность.

Экспериментальные исследования о влиянии технологических параметров на связующие свойства пластифицированной угольной массы и качество брикетов проводились со слабоспекающимися углями Анжерского района, Кузнецкого бассейна (пласты Тонкий, Андреевский и Коксовый). Несколько серий опытов было проведено также с тощим углем ш. Ново-Моспино и антрацитом (Донбасс).

В таблице 1 приведены некоторые результаты исследований, экспериментально подтверждающие влияние концентрации тя-

желых фракций смолы в паро-газовой фазе на механическую прочность брикетов.

Таблица 1
Влияние концентрации тяжелых фракций смолы в паро-газовой фазе на качество брикетов (пл. Тонкий)

Концентрация, %	1,0	1,7	2,4	3,1	5,2	5,9	6,6	7,3
Кол-во сорбированной смолы, %	0,40	1,50	2,30	3,18	4,73	5,57	6,48	6,82
Объемный вес брикета, г/см ³	1,238	1,270	1,280	1,308	1,330	1,342	1,351	1,351
Сопротивление брикета сжатию кг/см ²	62,7	106,7	128,3	163,1	174,2	142,8	127,8	117

Опыты проводились при следующих условиях:

крупность помола угля, мм 0—3 мм;
температура пластификации, град 240;
продолжительность пластификации, мин. 12;
температура пластифицированной угольной массы в момент прессования, град. 150—170;
температура прессформы, град. 70;
давление прессования, кг/см² 300.

В соответствии с изложенными предпосылками, с повышением концентрации тяжелых фракций смолы в паро-газовой фазе прочность брикетов увеличивается, достигая при некотором оптимальном ее значении максимума, обусловливаемого природными свойствами исходного угля.

В табл. 2 приведены результаты исследований о влиянии на прочность брикетов температуры пластификации, из которых следует, что наиболее прочные брикеты получаются при температуре пластификации 240 градусов. При этих условиях пластифицированная угольная масса обладает наиболее высокими связующими свойствами.

Изменяя температуру пластификации можно получать угольную массу с различными связующими свойствами.

Экспериментальные исследования о влиянии на качество брикетов температуры прессования показали, что угольная масса, пластифицированная при оптимальных условиях, сохраняет связующие свойства в довольно широком температурном ин-

тервале. Даже при температуре прессования всего лишь 50 градусов сопротивление брикетов раздавливанию превышает 100 кг/см². Таким образом в случае необходимости брике-

Таблица 2
Влияние температуры пластификации на качество брикетов

Т-ра пластификации, град.	Пл. Тонкий			Пл. Андреевский			Пл. Коксовый		
	Кол-во сорбир. смолы %	Объемн. вес брикета, г/см ³	Сопротивл. брикета сж. кг/см ²	Кол-во сорбир. смолы, %	Объемн. вес брикета, г/см ³	Сопротивл. брикета сж. кг/см ²	Кол-во сорбир. смолы, %	Объемн. вес брикета, г/см ³	Сопротивл. брикета сж. кг/см ²
180	4,55	1,247	103,6	5,37	1,235	102	5,62	1,235	110,1
200	5,00	1,248	119,0	5,44	1,235	130,8	4,92	1,218	123,5
220	5,07	1,253	136,0	6,07	1,251	144,0	5,48	1,235	142,7
240	5,65	1,252	151,0	6,18	1,255	156,6	5,23	1,232	160,6
260	5,10	1,255	140,4	6,02	1,258	140,0	5,27	1,236	138,4
280	4,60	1,241	104,0	5,72	1,253	133,1	4,67	1,237	129,2

ты удовлетворительного качества могут быть получены при изменении температуры в довольно широком интервале.

Повышение давления прессования оказывает положительное влияние на прочность брикетов лишь до определенного предела. В нашем случае наиболее прочные брикеты были получены при давлении 300—500 кг/см².

Образование прочных брикетов при невысоких давлениях прессования (100—300 кг/см²) дает основание полагать, что для окусковывания угольной мелочи методом термобрикетирования в промышленных условиях могут быть использованы вальцевые прессы, являющиеся наиболее простыми и высокопроизводительными прессующими агрегатами, применяемыми в брикетной промышленности.

Для полной характеристики качества брикетов, изготовленных при оптимальных условиях, помимо определения временного сопротивления сжатию, брикеты испытывались на сопротивляемость удару, истираемость и на влагостойкость. Результаты этих исследований приведены в табл. 3.

Из приведенных в табл. 3. данных видно, что брикеты хорошо сопротивляются как ударным, так и истирающим нагрузкам.

Таблица 3

Характеристика брикетов

Пласт угля	Выход классов крупности, %							
	4 падения				150 оборотов			
	+40	40—25	25—10	—10	+40	40—25	25—10	—10
Тонкий	72,5	15,3	6,6	5,6	85,9	0	2,7	11,4
Андреевский	67,5	17,9	9,3	5,3	87,3	0	2,7	10,0
Коксовый	73,0	16,2	6,7	4,1	89,2	0	2,7	8,1

После нахождения в ванне с водой в течение 72 часов количество поглощенной брикетами влаги, изготовленными из углей пластов Тонкий, Андреевский и Коксовый, составило соответственно 2,7, 4,7, и 3,9%. Такое низкое влагопоглощение может быть объяснено, с одной стороны, наличием на поверхности угольных зерен смолистой пленки, и, с другой—высокой плотностью их упаковки и заполнением межкусковых промежутков гидрофобной пластической массой.

Наряду с низкой влагоемкостью брикеты хорошо сохранили и механическую прочность, которая после пребывания брикетов в воде в течение 72 часов составила соответственно 80, 83,5 и 57% от первоначальной.

Во взаимодействие со смолонденсатом вступают не только угли, сравнительно легко растворяющиеся в органических растворителях, но как показали результаты специально проведенных исследований пластификации смолосодержащими газами могут подвергаться также тощие угли и антрациты. Причем здесь наблюдаются те же закономерности, что и при брикетировании слабоспекающихся углей Анжерского района с той лишь разницей, что абсолютные величины сопротивления брикетов сжатию при брикетировании тощих углей и антрацитов значительно выше.

в) Исследование свойств термобрикетов и разработка принципиальной технологической схемы их производства

В соответствии с современными представлениями о процессе образования крупнокускового кокса, прочность пористого материала и его монолитность обуславливаются химическими и физико-химическими процессами, происходящими при термической деструкции как в самом объеме, так и на поверхностях

дисперсных частиц угля. Характер связи, обеспечивающей прочность сцепления угольных зерен на первой стадии превращения пластической массы в твердый полукок, обуславливается, в первую очередь, плотностью и полнотой контакта между угольными частицами. Образующиеся в процессе термического разложения на поверхности угольных зерен свободные валентности могут замыкаться с образованием прочных химических связей лишь при очень тесном контакте, когда происходит полное слияние размягченных поверхностных слоев угольных зерен и вследствие теплового движения имеет место явление диффузии поверхностных молекул.

Такая схема сцепления угольных частиц в процессе их спекания в монолит полукокса наиболее вероятна. Следует лишь заметить, что вследствие высокой вязкости пластической угольной массы и громоздкости молекулы угольного вещества прочная химическая связь угольных зерен осуществляется, по всей вероятности, не в результате диффузии цельных молекул, а лишь за счет перемещения отдельных их частей, т. е. когда концы или срединные участки молекулярных цепей, расположенные на поверхности одной угольной частицы, диффундируют в поверхностный слой соприкасающейся с ней соседней угольной частицы, благодаря чему и создаются условия для образования прочных химических связей.

Таким образом одним из условий спекания угольных зерен в монолит является наличие между ними тесного контакта.

Следовательно, при коксовании брикетов, благодаря плотной упаковке угольных зерен, создаются благоприятные условия для спекания и образования прочных кусков кокса даже из слабоспекающихся углей.

В целях изучения возможностей применения метода термобрикетирования для получения высококачественного технологического и бездымного энергетического топлива из недефицитных углей были проведены специальные исследования.

В качестве сырья для получения термобрикетов были использованы слабоспекающиеся и неспекающиеся угли Иркутского и Кузнецкого бассейнов, а также уголь Норильского месторождения. Брикеты изготовлялись при следующих условиях:

крупность помола угля, мм 0—3;
 температура пластификации, град. 240;
 температура пластифицированной угольной
 массы в момент прессования, град. 150—170;
 продолжительность пластификации, мин. 12;
 давление прессования, кг/см² 300.

Полученные брикеты были подвергнуты термической обработке в лабораторных условиях при средней скорости подъема температуры в центре загрузки 3 градуса в минуту.

Механическая прочность термобрикетов определялась путем испытания их на сопротивляемость раздавливанию, удару и истиранию.

Сопротивляемость удару определялась путем свободного падения партии термобрикетов на стандартную металлическую плиту с высоты 1,8 м.

Сопротивляемость истиранию определялась в лабораторном барабане диаметром 350 мм и скоростью вращения 50 об/мин.

Таблица 4

Характеристика термобрикетов

№№ шихт	Сопротивление сжатию, кг/см ²		Выход классов крупности, %				Прочность пористого м-ла П кг/м дп ²	Объем пор, %	Выход летучих веществ в %
	брикета	термо-брикета	4 падения		150 оборотов				
			-10	+40	-10	+40			
1	31,0	183	0,6	99,4	5,2	94,8	8,25	43,4	2,5
2	33,5	126	0,3	99,7	4,1	95,9	7,35	44,9	1,4
3	—	75	0	83,0	3,3	88,7	8,62	54,9	2,0
4	95,5	301	1,5	98,5	2,2	97,8	9,20	37,0	1,5
5	50,0	252	0,7	99,3	2,2	97,8	9,40	33,7	2,0
6	89,1	170,3	0	100	1,0	99,0	5,5	40,0	2,1
7	42,8	80,8	0,5	74,5	1,3	98,7	8,0	44,2	2,3
8	88,5	200	0,3	99,7	3,0	97,0	6,15	36,1	2,3
9	—	83,0	6,5	93,5	3,0	97,0	8,20	48,5	3,1
10	83,2	374	0,3	99,7	0,8	99,2	4,55	26,0	2,0
11	92,3	354	0,3	99,7	1,3	98,7	4,50	24,4	1,7
12	75,0	407	0,3	99,7	1,1	98,9	6,70	27,5	1,5
13	88,5	316	0,2	99,8	1,5	98,5	5,2	30,1	2,0

Состав коксовых шихт:

- | | |
|-----------------------------------|-----------------------|
| 1. Храмцовский разрез(100%); | 9. 90% Новометелкино |
| 2. ш. 5 бис (100); | 10% полукокса |
| 3. Новометелкинское м-ние (100%); | 10. 97% ш. 4—6 |
| 4. Норильское м-ние (100%); | 3% смолы; |
| 5. ш Зиминка (100%); | 11. 97% ш. 4—6 |
| 6. 50% ш. 9—15 | 3% сланц. битума; |
| 7. 25% Новосерг. р-з | 12. 97,5% ш. 4—6 |
| 75% ш. Польшаевская; | 2,5% пека; |
| 8. 90% Новосерг. р-з | 13. 95% Новосерг. р-з |
| 10% ш. Бабанаконская; | 5% смолы. |

Определялся также индекс прочности пористого материала термобрикетов копровым методом.

В табл. 4 приведены некоторые показатели, характеризующие свойства термобрикетов, изготовленных из индивидуальных слабоспекающихся углей, угольных смесей и неспекающихся углей с небольшими добавками связующих материалов.

Из приведенных в табл. 4 данных следует, что полученные термобрикеты обладают высокой механической прочностью. Незначительный выход мелочи (класса 0—10 мм) как при испытании на сопротивляемость удару, так и при испытании в барабане, и отсутствие в подавляющем большинстве опытов промежуточных классов (10—40 мм) говорит о монолитной структуре термобрикетов.

Термобрикеты, полученные из индивидуальных слабоспекающихся углей (№№ шихт 1—5), по своим показателям не уступают металлургическому коксу. В особенности следует подчеркнуть высокие показатели качества термобрикетов, полученных из слабоспекающихся углей Иркутского бассейна (№№ шихт 1, 2 и 3), поскольку в обычных условиях слоевого коксования угли с таким высоким выходом летучих веществ дают мелкий трещиноватый кокс.

Для производства прочных термобрикетов могут быть использованы не только индивидуальные слабоспекающиеся угли, но и различные угольные смеси. Нам представляется, что именно это направление является наиболее перспективным для получения термобрикетов с заданными технологическими и физико-химическими свойствами. Для получения таких термобрикетов угольные шихты должны удовлетворять некоторым условиям: 1) при коксовании выделять летучие продукты с достаточно высокой концентрацией тяжелых фракций смолы в паро-газовой фазе; 2) в процессе обработки прямыми коксовыми газами сравнительно легко поддаваться операции пластификации и образовывать прочный брикет при прессовании; 3) обладать спекаемостью, достаточной для образования прочного термобрикета. При подборе угольных смесей, удовлетворяющих выше названным условиям, могут быть использованы угли самых различных марок.

В тех случаях, когда в качестве исходного сырья для получения термобрикетов используются неспекающиеся угли, к ним целесообразно добавлять небольшие добавки связующих материалов, которые благоприятно сказываются как на качестве термобрикетов, так и на механической прочности термически необработанных брикетов. В наших опытах к неспекающимся

углям ш. 4—6 и Новосергиевского разреза (Кузбасс) добавлялись небольшие количества каменноугольной смолы, сланцевого битума и каменноугольного пека. (№№ 10—13). Полученные термобрикеты обладают высокой механической прочностью и особенно на сопротивляемость раздавливанию. Сочетание высокой механической прочности с плотной структурой и малой пористостью придает таким термобрикетам особую ценность при использовании их в качестве ваграночного топлива, где эти свойства являются основной предпосылкой для интенсификации ваграночного процесса.

На основе полученных результатов лабораторных исследований нами предложена принципиальная технологическая схема производства термобрикетов технологического и энергетического назначения из недефицитных энергетических углей и угольных шихт. На рис. 1 представлен один из возможных вариантов такой схемы. Одним из характерных моментов процесса производства термобрикетов по такой схеме является совмещение процесса пластификации брикетируемого материала и изготовления брикетов с процессом их термической обработки в единый технологический комплекс, благодаря чему достигается компактность схемы и создаются условия для организации непрерывности процесса, его механизации и автоматизации.

Измельченный до заданной крупности уголь или шихта углей в специальном аппарате подвергается пластификации горячими газами коксования брикетов, содержащими в парообразном виде тяжелые фракции смолы. Пластифицированная угольная масса направляется в прессующий агрегат для изготовления брикетов. Полученные брикеты транспортируются на коксовую установку для прохождения термообработки. Готовые термобрикеты после охлаждения в коксотушителе транспортируются на склад готовой продукции для сортировки и отправки потребителям, а летучие продукты коксования брикетов направляются в аппарат для пластификации новой партии брикетируемого материала.

Такая схема производства термобрикетов, по нашему мнению, имеет ряд существенных достоинств.

1. Расширяется сырьевая база связующих веществ за счет использования для этой цели тяжелых фракций жидких продуктов термической переработки различных битуминозных материалов.

2) Благодаря тонкому и равномерному распределению парообразных смолистых веществ в брикетируемом материале и их физико-химическому взаимодействию с органической частью

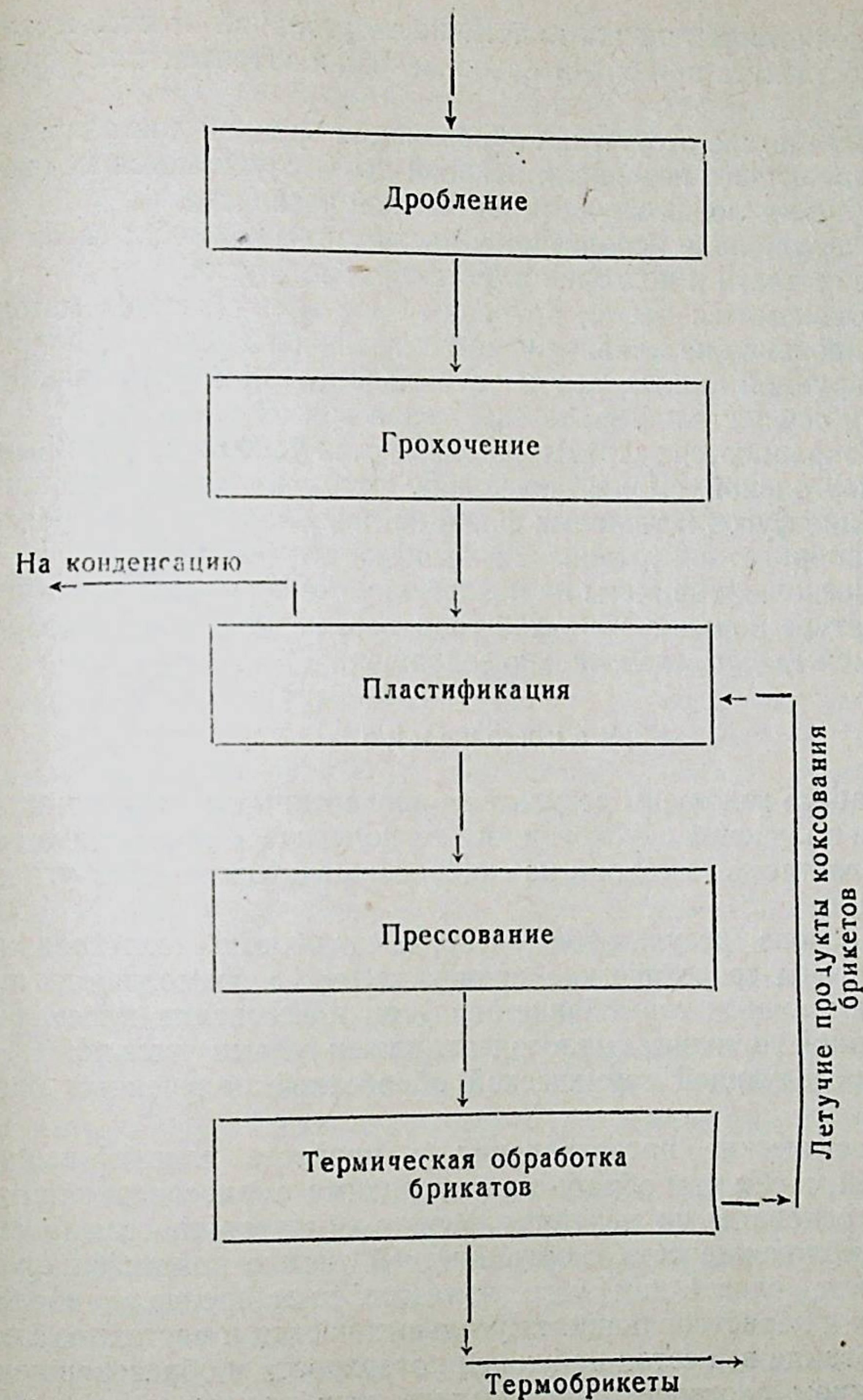


Рис. 1. Принципиальная технологическая схема производства термобрикетов

192375

Центральная научная
Библиотека

угля удовлетворительная пластичность угольной массы может быть достигнута при значительно меньших затратах связующих веществ.

3. Вследствие отсутствия образования вредной для здоровья обслуживающего персонала пековой пыли улучшаются медико-санитарные условия труда на брикетной установке.

4. Рационально используется часть тепла коксовых газов на испарение влаги и подогрев пластицируемого угля.

5. Экономится тепло, затрачиваемое при обычном методе брикетирования на плавление каменноугольного пека и пропарку брикетируемой шихты, так как эти операции при термобрикетировании осуществляются за счет тепла коксовых газов.

6. Сокращаются затраты и облегчаются условия переработки каменноугольной смолы, поскольку отгонка легких фракций, ссаждение фусов и тяжелых фракций производятся непосредственно на брикетной установке в процессе пластификации угля.

7. Поскольку брикеты на коксовую установку поступают при температуре порядка 200—250 градусов, период их термообработки может быть значительно сокращен.

З а к л ю ч е н и е

В работе изложены результаты проведенных исследований в области получения окускованного технологического и бездымного энергетического топлив из слабоспекающихся углей и угольных шихт.

На основе результатов экспериментальных исследований разработаны теоретические представления о возможности получения прочных термобрикетов путем прессования пластифицированной горячими смолосодержащими газами угольной массы с последующей термической обработкой полученных брикетов.

Теоретические представления о процессе пластификации угольной массы при обработке ее горячими смолосодержащими газами основаны на явлениях физико-химического взаимодействия смолконденсата с органической частью пластифицируемого угля, следствием чего является растворение наиболее плавких и нерастворяющихся угольных частиц и частичное диспергирование вещества набухшей поверхности в образовавшемся слезном растворе. В результате этих процессов угольная масса приобретает пластические и связующие свойства. Процесс пластификации сопровождается снижением температуры размягчения всей угольной массы и образованием прочных бри-

кетов при низких давлениях прессования и незначительных расходах смолконденсата.

Для объяснения механизма образования брикета из пластифицированной угольной массы предложена рабочая гипотеза автогезии (самослипания) размягченных поверхностных слоев крупных угольных зерен в процессе прессования с заполнением межкусковых промежутков пластической массой, образованной в результате взаимодействия смолконденсата с мельчайшими частицами угля.

Установлено, что с повышением концентрации тяжелых фракций смолы в паро-газовой смеси процесс пластификации протекает более интенсивно, угольная масса становится белее пластичной и брикеты более прочными.

Угольная масса, пластифицированная при более высоких температурах, обладает и более высокими связующими свойствами, что объясняется сорбцией высококипящих фракций смолконденсата и их более активном взаимодействии с углем.

Показано, что пластифицированная смолистыми газами угольная масса сохраняет пластичность и связующие свойства в широком температурном интервале, что позволяет получать прочные брикеты в высокопроизводительных прессах постоянного объема при невысоких температурах, когда отсутствует бурное выделение газов, препятствующее прочному сцеплению угольных зерен в брикете.

Высокая плотность упаковки угольных частиц в брикете и наличие между ними тесного контакта создают благоприятные условия для их спекания и образования прочных термобрикетов, пригодных в качестве заменителя каменноугольного кокса в некоторых технологических процессах.

Получено экспериментальное подтверждение теоретических представлений о процессе пластификации угольной мелочи горячими смолосодержащими газами и образования из нее брикета.

Намечены пути для расширения сырьевой базы связующих веществ и значительного сокращения их расхода при окусковывании угольной мелочи путем использования для этой цели тяжелых жидких фракций летучих продуктов термического разложения углей, смол, битумов и др.

На основе полученных экспериментальных данных предложена принципиальная технологическая схема производства окускованного технологического и бездымного энергетического и бытового топлива из слабоспекающихся углей и угольных шихт.

Ориентировочные технико-экономические подсчеты подтвердили экономическую целесообразность и перспективность метода термобрикетирования, как метода комплексного использования некоксуемых углей для получения окускованного технологического и энергетического топлива и ценных химических продуктов.

Основные результаты работы опубликованы в печати:

1. Новые направления в зарубежной технике брикетирования угля, Углетехиздат, 1957 г.

2. Журнал Химия и технология топлив и масел № 7, 1958 г.

3) Реферативный сборник работ за 1957 год (ИГИ АН СССР), Гостоптехиздат, 1959 г.

4) Бюллетень технико-экономической информации № 2, 1959, Филиал Всесоюзного института научной и технической информации, Изд. ГНТК Совета Министров СССР и АН СССР.